PROPOSTA METODOLÓGICA NO ESTUDO SOBRE A EFICIÊNCIA DE BIOTÊXTEIS NO CONTROLE E RECUPERAÇÃO DE PROCESSOS EROSIVOS, FAZENDA DO GLÓRIA – UBERLÂNDIA/MG

José Fernando Rodrigues BEZERRA[1]
Ricardo Reis ALVES[2]
Erica Aparecida Vaz ROCHA[3]
Antonio José Teixeira GUERRA[4]
Silvio Carlos RODRIGUES[5]

RESUMO

O conhecimento sobre as características dos processos erosivos vem ganhando destaque na ciência geomorfológica, que se interessa pela evolução das atividades dos agentes morfogenéticos responsáveis pela esculturação da superfície terrestre. A partir da observação, monitoramento e experimentação em campo e em laboratório, diversos processos foram identificados e modelos propostos. A geomorfologia vem contribuindo substancialmente através desses procedimentos, no estudo sobre o controle e recuperação de processos erosivos, principalmente quando associados as novas técnicas de contenção, tal como a bioengenharia, que é uma associação de técnicas que envolvem estruturas rígidas e flexíveis. O termo biotêxtil tem sua origem relacionada a geotêxtil, manta anti-erosiva colocada sobre o solo e confeccionada a partir de diversos materiais, principalmente feitas com folhas de palmáceas que tem como característica a biodegradabilidade. Propõem-se neste trabalho uma metodologia de avaliação sobre a eficiência de biotêxteis no controle e recuperação de processos erosivos a partir de uma estação experimental localizada na fazenda do Glória, município de Uberlândia – Minas Gerais. O referencial teórico relacionado à metodologia desse estudo foi baseado a partir dos seguintes métodos amplamente utilizados na pesquisa geomorfológica: Dedutivo, estabelece as formas (modelos típicos) que devem derivar das atividades dos agentes morfogenéticos; Experimental, formulação de leis gerais a partir da observação dos fatos da natureza; Hipotético-dedutivo, baseado na observação, formula uma hipótese geral e seus desdobramentos dedutivos; Qualitativo, observação e correlação das formas e dos processos geomorfológicos e Quantitativo, mensuração de variáveis e tratamento estatístico, conferindo maior confiabilidade aos resultados e conclusões. Os procedimentos metodológicos adotados na realização desta pesquisa foram os seguintes: levantamento e análise dos materiais bibliográfico e cartográfico: confecção artesanalmente de 80 biotêxteis a partir da fibra de buriti; construção de canaletas de drenagem e acerto do terreno para a instalação da estação experimental; construção de três parcelas com 10 m^2 cada, possuindo 20º de declividade localizada na vertente esquerda do córrego do Glória. Na parte inferior das parcelas foram colocados galões (60l) para a análise da perda de sedimentos pelo escoamento superficial; Preparo do solo com aplicação de insumos, tais como sementes, fertilizantes e adubação orgânica para o revestimento vegetal; aplicação da tela vegetal confeccionada com fibra de buriti; monitoramento dos índices pluviométricos; foto comparação mensalmente do desenvolvimento da vegetação no experimento e utilização do tensiômetro para o estabelecimento da umidade no solo no decorrer do experimento. No

[1] Universidade Federal de Uberlândia, LAGES/Mestrado em Geografia, fernangeo@yahoo.com.br
[2] Universidade Federal de Uberlândia, LAGES/Mestrado em Geografia, rreisalves@aol.com
[3] Universidade Federal de Uberlândia, LAGES/Mestrado em Geografia, ericaavr@ ibest.com.br
[4] Universidade Federal do Rio de Janeiro, LAGESOLOS, antoniotguerra@gmail.com
[5] Universidade Federal de Uberlândia, LAGES, silgel@ufu.br

laboratório foram analisados os seguintes parâmetros: análise granulométrica das amostras dos sedimentos coletados nas parcelas; Análise da quantidade de matéria orgânica, a partir da decomposição das biotêxteis e cobertura vegetal; teste da força de tensão (dinamômetro) da fibra do buriti. Em gabinete, foi realizado o cruzamento dos dados e informações, com base no monitoramento da estação experimental, com o objetivo de verificar a eficiência da bioengenharia no controle e recuperação de processos erosivos.

INTRODUÇÃO

A metodologia utilizada em qualquer pesquisa dentro do vasto ramo da ciência é de fundamental importância para alcançar maior confiabilidade nos resultados na tentativa de explicar a realidade. Na geomorfologia, a partir da observação, monitoramento e experimentação em campo e em laboratório, diversos processos foram identicados e modelos propostos.

A geomorfologia vem contribuindo substancialmente através desses procedimentos, nos estudos sobre o controle e recuperação de processos erosivos, principalmente através do entendimento da dinâmica do funcionamento hídrico sobre o solo, incluindo o impacto das gotas de chuvas, remoção de particulas pela erosão laminar e em sulcos, como também no conhecimento dos fluxos de água subsuperficiais que origina a erosão por dutos.

O conhecimento geomorfológico associado a outras técnicas de contenção tal como a bioengenharia, que é uma associação de técnicas de engenharia e biológica, baseiando-se na utilização de materiais flexíveis (biomanta) e rígidos (ferro, concreto, etc..), pode ser a melhor solução no controle e recuperação de processos erosivos em alta escala.

O termo biotêxtil tem sua origem relacionada a geotêxtil, manta anti-erosiva colocada sobre o solo e confeccionada a partir de diversos materiais, principalmente feitas com folhas de palmáceas que tem como características a biodegradabilidade. As geotêxteis vêm contribuindo como uma técnica de conservação do solo desde 1950, utilizada principalmente nos projetos de engenharia civil. Recentemente, outros profissionais vêm utilizando essa técnica, com diversos tipos de materiais, como a fibra da palmeira do buriti.

O trabalho possui os seguintes objetivos: Analisar a eficiência das biotextéis no controle e recuperação do solo, durante o escoamento superficial e o splash nas diferentes parcelas da estação; coletar amostras de sedimentos, para análises de parâmetros físicos e químicos em laboratório; avaliar o “impacto” da fibra de buriti nas propriedades físicas e químicas do solo; indicar a viabilidade econômica e sustentável na fabricação das biotêxteis.

Propõem-se neste trabalho uma metodologia de avaliação sobre a eficiência de biotêxteis, confeccionadas com fibra do buriti, no controle e recuperação de processos erosivos a partir de uma estação experimental localizada na fazenda do Glória, município de Uberlândia – Minas Gerais.

MÉTODOS e TÉCNICAS

O termo metodologia pode ser definido como o conjunto detalhado e seqüencial de métodos e técnicas científicas a serem executados ao longo da pesquisa, de tal modo que se consiga atingir os objetivos inicialmente propostos e, ao mesmo tempo, atender aos critérios de menor custo, maior rapidez, maior eficácia e mais confiabilidade de informação. O Método é o conjunto de etapas a serem cumpridas na busca de um conhecimento e técnicas a forma mais rápida e segura de se atingir um objetivo, utilizando-se de um instrumental adequado (BARRETO; HONORATO, 1999).

No desenvolvimento da ciência geomorfológica, várias metodologias foram propostas para explicação e conhecimento dos processos, fatores e agentes morfogenéticos responsáveis

pelos processos de esculturação da superfície terrestre, destacando-se os seguintes métodos: experimental (AB´SABER, 1969), dialético (SANTOS, 1978), fenomenológico (RELPH, 1979), dedutivo, indutivo, positivista, hipotético-dedutivo, qualitativo e quantitativo (GUERRA e GUERRA, 1997) e geossitêmico (MONTEIRO, 2000).

No decorrer desse desenvolvimento, alguns métodos se destacaram na pesquisa geomorfológica, sendo amplamente utilizados por pesquisadores de diversos níveis de formação. O método hipotético-dedutivo, proposto por Popper (1974), consiste na adoção da seguinte linha de raciocínio: "quando os conhecimentos disponíveis sobre determinado assunto são insuficientes para a explicação de um fenômeno, surge o problema. Para tentar explicar as dificuldades expressas no problema, são formuladas conjecturas ou hipóteses. Das hipóteses formuladas, deduzem-se conseqüências que deverão ser testadas ou falseadas. Falsear significa tornar falsas as conseqüências deduzidas das hipóteses. Enquanto no método dedutivo se procura a todo custo confirmar a hipótese, no método hipótetico-dedutivo, ao contrário, procuram-se evidências empíricas para derrubá-la" (GIL, 1999, p.30).

Copi (1979) enumera as seguintes etapas do método hipotético-dedutivo: Problema, hipóteses preliminares, fatos adicionais, hipóteses, dedução de consequências de aplicação. Segundo Bunge (1974) o método hipotético-dedutivo apresenta as fases: colocação do problema (reconhecimento dos fatos, decoberta do problema, formulação do problema); construção de um modelo teórico (seleção dos fatores pertinentes, invenção das hipóteses centrais e das suposições auxiliares); dedução de conseqüências particulares (procura de suportes racionais, procura de suportes empíricos); testes das hipóteses (esboço da prova, execução da prova, elaboração dos dados, inferência da conclusão); adição ou introdução das conclusões na teoria (comprovação das conclusões com as predições e retrodições, reajuste do modelo, sugestões para trabalhos posteriores) (LAKATOS, 1982, p. 68).

Os procedimentos metodológicos adotados na realização desta pesquisa foram os seguintes: Levantamento e análise dos materiais bibliográfico e cartográfico; confecção artesanalmente de 80 biotêxteis a partir da fibra de buriti; construção de canaletas de drenagem e acerto do terreno para a instalação da estação experimental; construção de três parcelas com 10 m^2 cada, possuindo 20º de declividade localizada na vertente esquerda do córrego do Glória. Na parte inferior das parcelas foram colocados galões (60l) para a análise da perda de sedimentos pelo escoamento superficial; Preparo do solo com aplicação de insumos, tais como sementes, fertilizantes e adubação orgânica para o revestimento vegetal; aplicação da tela vegetal confeccionada com fibra de buriti; monitoramento dos índices pluviométricos; foto comparação mensalmente do desenvolvimento da vegetação no experimento; utilização do tensiômetro para o estabelecimento da umidade no solo no decorrer do experimento.

No laboratório foram analisados os seguintes parâmetros: análise granulométrica das amostras dos sedimentos coletados nas parcelas; Análise da quantidade de matéria orgânica, a partir da decomposição das biotêxteis e cobertura vegetal; Teste da força de tensão (dinamômetro) da fibra do buriti. Em gabinete, foi realizado o cruzamento dos dados e informações, com base no monitoramento da estação experimental, com o objetivo de verificar a eficiência da biomanta no controle e recuperação de processos erosivos.

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Tendo por base a ausência de estudos sobre as características físicas mais detalhadas na área objeto de estudo, considerou-se as abordagens mais gerais, que inclui a caracterização de todo o município de Uberlândia, tais como as considerações proposta por Carrijo e Baccaro (2000).

"O município de Uberlândia está situado no domínio dos Planaltos e Chapadas da Bacia Sedimentar do Paraná, estando inserido na sub-unidade do Planalto Meridional da Bacia do

Paraná (RADAMBRASIL, 1983), caracterizando-se por apresentar relevo tabular, levemente ondulado, com altitude inferior a 1.000 m. Os solos são ácidos e pouco férteis, tipo latossolo vermelho-amarelo, argiloso-arenoso. A base geológica são os basaltos da Formação Serra Geral do Grupo São Bento, e rochas do Grupo Araxá. O clima do município é caracterizado por épocas sazonais bem definidas com concentração das chuvas no verão (novembro à março), e seca do inverno (maio à setembro). O município está sob a influência de circulação dos sistemas atmosféricos tropicais. O clima é controlado pelas massas de ar continental (Equatorial e Tropical) e Atlântica (Polar e Tropical). Os rios e córregos (Figura 01) correm sobre o basalto, apresentando várias cachoeiras e corredeiras, onde os solos são férteis, do tipo latossolo vermelho e vermelho-escuro. Os principais tipos fisionômicos da região do cerrado são: vereda, campo limpo, campo sujo ou cerradinho, cerradão, mata de várzea, mata galeria ou ciliar e mata mesofítica" (CARRIJO E BACCARO, 2000). A área de estudo localiza-se no município de Uberlândia – MG, mais precisamente na Fazenda Experimental do Glória localizada nas seguintes coordenadas UTM 7902595 N e 794065 E (Figura 02).

Figura 01 – Vista parcial do Córrego do Glória

EROSÃO EM LENÇOL E LINEAR

De acordo com Guerra (1999, p. 30) "a erosão em lençol ou laminar se inicia quando a água que se acumula nas depressões do terreno começa a descer pela encosta quando o solo está saturado e as poças não conseguem mais conter essa água. O referido autor (2001, p. 170) considera que esse "fluxo que se escoa sobre o solo se apresenta, quase sempre, com uma massa de água com pequenos cursos anastomosados e, raramente, na forma de um lençol de água, de profundidade uniforme". "Se a chuva continuar caindo, o escoamento pode começar a se canalizar em sulcos, formando o escoamento superficial concentrado ou linear dando origem aos sulcos, ravinas e voçorocas" (GUERRA, 1997, p. 244).

Nas parcelas do experimento, os processos erosivos serão analisados a partir do trabalho do escoamento superficial sobre o solo através do estudo da granulometria dos sedimentos. Foi realizado também o registro fotográfico dos processos erosivos, tais como splash, escoamentos superficiais difusos e concentrado, sulcos e ravinas.

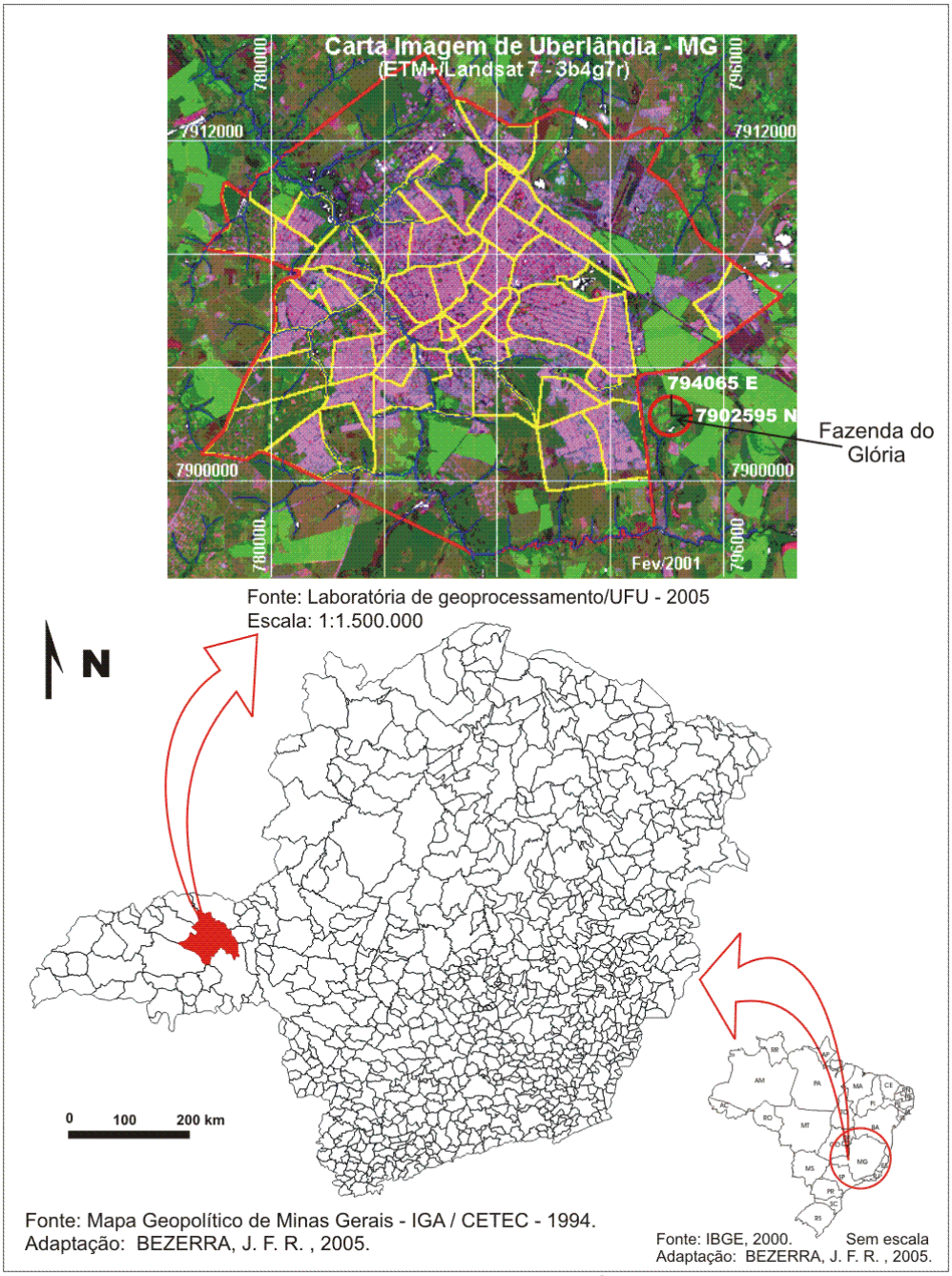

Figura 02 – Mapa de localização da área de estudo

A análise granulométrica estima a distribuição percentual, em peso, dos tamanhos dos grãos que constituem o material a ser analisado, permitindo identificar o tamanho e a distribuição dos grãos. A análise granulométrica é feita através de peneiras de diferentes aberturas e que são padronizadas internacionalmente. Cada peneira tem um número de aberturas por polegada linear chamada mesh. Dessa forma, quanto maior o número de aberturas no mesh, mais fino deverá ser o grão para que passa pela malha da peneira. A análise será realizada no LAGESOLOS - LAGES - Laboratório de Geomorfologia e Erosão de Solos do Instituto de Geociências da Universidade Federal de Uberlândia.

ESTAÇÃO EXPERIMENTAL

As estações experimentais vêm se destacando nas últimas décadas no estudo sobre o entendimento do início e desenvolvimento de processos erosivos. Com o grande

conhecimento adquirido dentro do campo da geomorfologia experimental, as estações vêm sendo aplicadas em diversas pesquisas, como por exemplo, no controle e recuperação de processos erosivos através de parcelas com diferentes técnicas.

Na geormorfologia experimental há a necessidade de se realizar o monitoramento por meio de medidas e experimento de campo e laboratório, buscando índices quantitativos dos processos erosivos, levando-se em conta a periodicidade das mensurações, a regularidade das amostragem, a fim de se ter uma ídéia da frequência e taxa dos processos erosivos (BACCARO, 1999, p. 209).

A estação experimental está sendo montada na Fazenda Experimental do Glória, localizada na vertente esquerda do Córrego do Glória, possuindo 20º de declividade e 30 m^2 (Figura 03), possuindo as seguintes características: três parcelas, sendo que a A solo exposto, B parcela com sementes e biotêxtil semi-translúcida e C parcela com sementes e biotêxtil translúcida. As biotêxteis serão fixadas com grampos de ferro em forma de V, com 10 cm. Na parte superior foi colocada uma pluviômetro e na parte inferior galões retentores de sedimentos das parcelas.

Na estação serão avaliados os parâmetros de perda de solo através dos processos e subprocessos relacionados ao comportamento hídrico da água sobre o solo, a partir de amostras de 5l nos galões; crescimento da cobertura vegetal com a utilização de foto comparação, começando com a germinação das sementes nas parcelas B e C até o desenvolvimento completo das gramíneas; Teste da força de tensão da fibra do buriti, avaliando sua resistência ao longo do processo de biodegração; Coleta periódica de amostras de solos, para análise da matéria orgânica e nutrientes do solo; Verificação da umidade do solo, a partir do tensiômetro e coleta dos índices pluviômetricos.

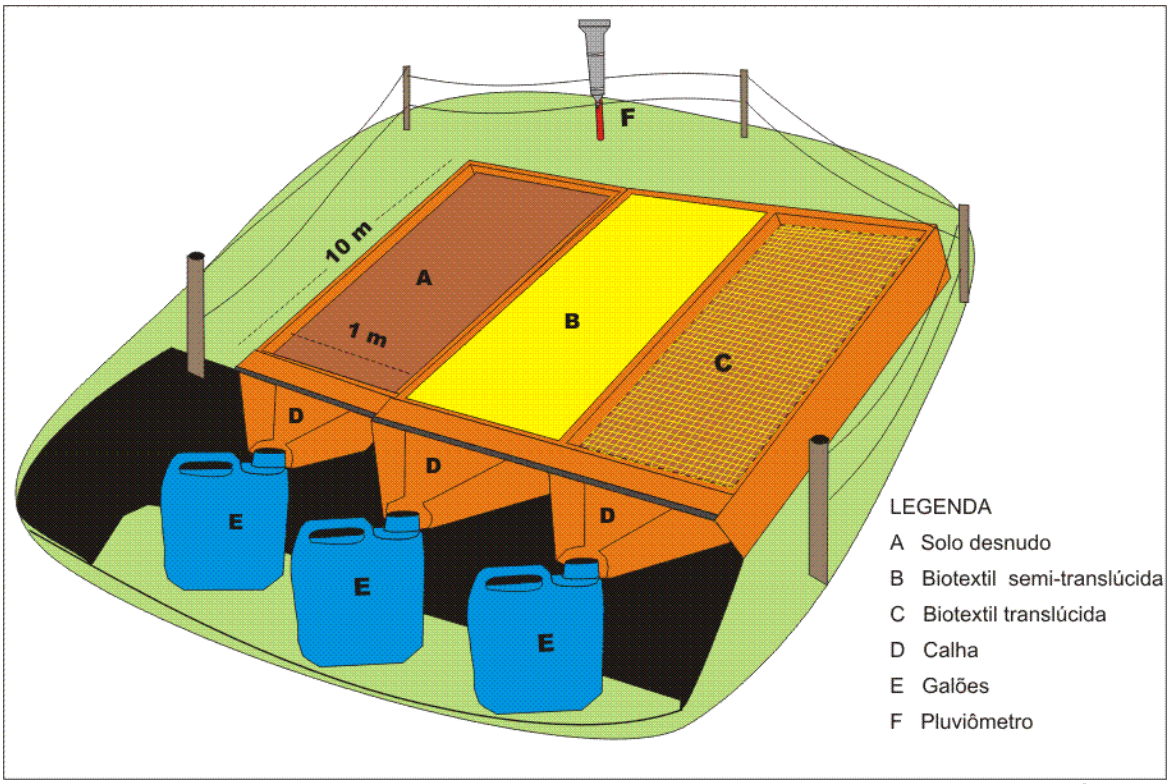

Figura 03 – Esquema da estação experimental mostrando as parcelas com diferentes biotêxteis

BIOTÊXTEIS

Uma das grandes vantagens da utilização das biotêxteis como uma técnica de conservação do solo é o desenvolvimento de microorganismos, devolvendo assim a vida para o solo

degradado. Outra vantagem segundo Lekha (2003) é que " as biotextéis protegem as sementes e o solo até a escosta ficar estabilizada com a cobertura vegetal, formando uma proteção entre as particulas do solo e as águas das chuvas, minimizando o escoamento superficial e sua velocidade, mantendo a capacidade do solo de absorver água".

De acordo com Fullen e Guerra (2002), as biotêxteis podem garantir benefícios para o desenvolvimento de determinadas regiões, devido a disponibilidade de matéria-prima; são sustentáveis, se corretamente explorada; a confecção da biotêxtil é simples, sem a necessidade de alto desperdício de energia; geração de empregos para a população rural; são biodegradáveis, podendo aumentar a fertilidade e matéria orgânica no solo; controlam processos erosivos, "imitando" as propriedades da cobertura vegetal; estimulam um extrativismo sustentável; estimulam o reflorestamento; a exportação para outros paises podem garantir o desenvolvimento da economia.

Neste trabalho as biotêxteis estão sendo confeccionadas a partir da fibra do buriti, com o auxílio de agulha de saco (7 cm), madeirite (55 cm^2), resultando numa biomanta de 50 cm^2 (Figura 04). As fibras são oriundas do Município de Barreinhas, Estado do Maranhão, sendo as "sobras" das fibras utilizadas no artesanato local. A extração da fibra é realizada de forma sustentável e autorizada pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA e tem o apoio do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas – SEBRAE, que garante o sustento de algumas famílias da região.

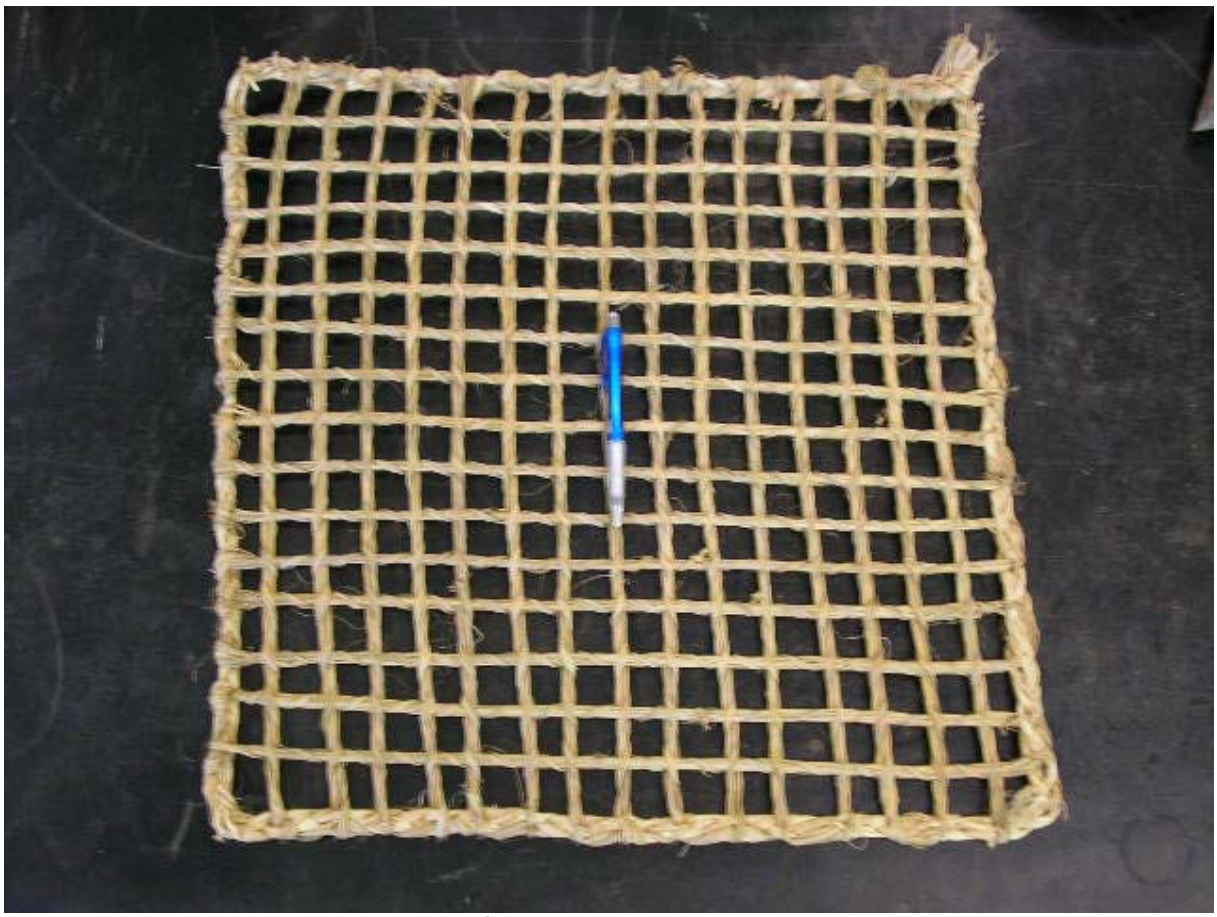

Figura 04 - Biotêxtil confeccionada com fibra de buriti

DESENVOLVIMENTO DA VEGETAÇÃO

Nas parcelas B e C serão utilizadas algumas espécies de gramíneas, com o objetivo de estabelecer a concorrência entre as espécies, favorecendo a fixação dos vegetais mais fortes, como também na variação do tamanho do sistema radicular das espécies. Esses

vegetais (Quadro 01) desenvolvem-se em solos de qualquer natureza e propagam-se com facilidade, gerando a diminuição da erosão laminar. O acompanhamento do desenvolvimento da vegetação será realizado com técnicas de fotocomparação semanalmente.

A escolha das espécies para utilização nas parcelas da estação experimental foi baseada a partir de estudos da composição florística da vegetação da região, tal como o capim brachiaria (Brachiaria *brizantha*), utilizado nas pastagens no Cerrado. As espécies nativas devem ter preferência sobre as introduzidas. As desvantagens das últimas estariam relacionadas a susceptibilidade a doenças ou a insetos, a exclusão de outra vegetação desejável, inibição do ciclo de nutrientes, susceptibilidade ao fogo, exclusão da fauna, uso excessivo de água, interrupção e supressão de interação biológica.

Quadro 01 – Gramíneas utilizadas na recuperação de processos erosivos

NOME	NOME CIENTÍFICO
Grama Bermuda	Cynodon dactylon [L.] Pers
Grama Forquilha	Paspalum notatum Fluegg, var. latiflorum
Grama Pensacola	Paspalum notatum Fluegg, var. saurae Parodi, cv Pensacola
Grama Missioneira	Axonupus compressus [Swartz] Beauv. var. jesuiticus Araújo
Grama de Jardim	Stenotaphrum secundatum [Walther] Kuntz
Capim Chorão	Eragrostis curvula [Schrad] Nees
Capim Quiquio	Pennisetum clandestinum Hochst
Capim Pangola	Digitaria decumbens Stent.
Capim barba-de-bode	Aristida jubata [Arech] Herter
Capim de Rhodes	Chloris gayana Kunth
Grama Cinzenta	Paspalum nicorae Parodi

Fonte: Ambiente Brasil, 2005. Adaptação: Bezerra, J. F. B., 2005.

DEGRADAÇÃO DA FIBRA E NUTRIENTES NO SOLO

A fibra do Buriti (Mauritia flexuosa) apresenta-se como um material com alto teor de celulose, baixo teor de lignina. A celulose é um dos componentes das células dos vegetais, aparecendo nas raízes, troncos, folhas, flores e sementes. A celulose é um polímero carboidratado classificado como polissacarídeo. É o componente estrutural primário das plantas e não é digerível pelo Homem.. A lignina é um polímero tridimensional amorfo encontrado nas plantas terrestres, associado à parede celular vegetal, cuja função é de conferir rigidez, impermeabilidade e resistência a ataques microbiológicos e mecânicos aos tecidos vegetais (WIKIPÉDIA, 2005).

A degradação da fibra do buriti depende dos seguintes fatores segundo as considerações de Tauk (1990, p. 2): “condições locais e regionais como clima, tipo de solo, vegetação, fauna e microrganismos decompositores. A diversidade bioquímica de substratos macromoleculares indica que os organismos devem possuir amplo espectro de enzimas extracelulares. As propriedades do solo, tais como, argila, pH, matéria orgânica, tensão de água e aeração atuam como fatores ambientais do processo de decomposição”.

Além dos parâmetros descritos acima, será utilizado o dinamômetro, um aparelho graduado de forma a indicar a intensidade da força aplicada em um dos seus extremos, para verificar

a força de tensão ao longo da fibra do buriti, retirada das parcelas em diferentes períodos para analisar a resistência no processo de biodegradação. A partir da decomposição da biomanta e o desenvolvimento da cobertura vegetal, foi analisado a quantidade de matéria orgânica e nutrientes do solo.

As análise serão feitas segundo as análises químicas para avaliação da fertilidade do solo proposta pela EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1998) no laboratório do LAFER – Laboratório de Análise de Plantas e Fertilizantes do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia.

UMIDADE NO SOLO

O solo desprovido de cobertura vegetal fica exposto diretamente aos raios solares, como também ao impacto das gotas de chuva, tendo como consequência a desestruturação e desagregação do solo, resultando em diversos processos erosivos nos mais diversos estágios. Assim, destaca-se a importância da cobertura vegetal que mantém a umidade do solo, contribuindo na decomposição da serrapilheira e do sistema radicular, e fornecendo matéria orgânica e nutrientes, mantendo as partículas do solo coesas e agregadas.

A biodegradação das biotêxteis e desenvolvimento da cobertura vegetal no experimento contribui para manter a umidade no solo, e consequentemente fornece matéria orgânica, implicando na estabilidade dos agregados. Na determinação do conteúdo de água no solo no decorrer do experimento será utilizado o tensiômetro em diferentes profundidades do perfil da estação. A tensiometria é um método de mensuração de poro-pressão do solo, que se baseia na propriedade física do solo de armazenar água nos poros, produzindo um resultado direto, rápido e confiável.

REFERÊNCIAS

AMBIENTE BRASIL. Recuperação de Áreas Degradadas .http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./gestao/index.html&conteudo=./gestao/areas.html. Capturada em 08 de julho de 2005.

BACCARO, C. A. da. Processos erosivos no domínio do Cerrado. In: GUERRA, A. J. T., SILVA, A. S. & BOTELHO, R. G. M (org.). **Erosão e Conservação dos Solos: conceitos, temas e aplicações**. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 2001, 339p

BARRETO, Alcyrus Pinto; HONORATO, Cezar Teixeira. **Manual de Sobrevivência na Selva Acadêmica**. 3.ed., Rio de Janeiro: Objeto direto, 1999.

CARRIJO, Beatriz Rodrigues, BACCARO, Claudete Aparecida Dallevedove. Análise sobre a erosão hídrica na área urbana de Uberlândia (MG). **Caminhos de Geografia** 1(2)70-83, dez/2000

FULLEN, M. A. GUERRA, etal. The potencial of palm (Borassus) mat geotextiles as a soil conservation technique. In: **IV Simpósio Nacional de Geomorfologia**. São Luís, 2002.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1999.

GUERRA, A. J. T. & CUNHA, S. B. **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. 3ª ed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 1998, 472p.

GUERRA, A. J. T., SILVA, A. S. & BOTELHO, R. G. M (org.). **Erosão e Conservação dos Solos: conceitos, temas e aplicações**. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 2001, 339p

GUERRA, A. T. & GUERRA, A. J. T. **Novo Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 1997, 648p.

LACERDA, R. D. de, GUERRA, H. O. Carvallo etal. Avaliação de um TDR para determinação do conteúdo de água do solo. In: **Revista de Biologia e Ciências da Terra**. Vol. 5. nº 1. 2005.

LEKHA, K. R. Field instrumentation and monitoring of soil erosion in coir geotextile stabilished slopes – a case study. In: **Geotextiles e geomembranes**. Vol. 22, Issue 5. 2004.

MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. **Geossistemas: a historia de uma procura**. Contexto. São Paulo. 2000.

RELPH, E. As bases fenomenológicas da geografia. In. **Geografia**, Rio Claro, UNESP, nº 7, vol.4, abr. 1979

SANTOS, Milton. **Por uma Geografia Nova: da Crítica da Geografia a uma Geografia Crítica**. Edusp, São Paulo, 1978.

SILVA, F. C. et al Análises Químicas para Avaliação da Fertilidade do Solo. Métodos Usados na Embrapa Solos. http://www.cnps.embrapa.br/solosbr/conhecimentos.html

TAUK, Sâmia Maria. Biodegradação de resíduos orgânicos no solo. **Revista Brasileira de Geociência** 20(I-4):299-301, março/dezembro de 1990.

WIKIPÉDIA. Celulose. http://pt.wikipedia.org/wiki/Celulose. Este artigo está licenciado sob a http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html">GNU Free Documentation License. Capturado em 08 de julho de 2005.

WIKIPÉDIA. Lignina http://pt.wikipedia.org/wiki/Lignina. Este artigo está licenciado sob a http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html">GNU Free Documentation License. Capturado em 08 de julho de 2005.